ESTUDO DE CASO DE CONFORTO TÉRMICO URBANO NA AVENIDA PAULISTA (SÃO PAULO)

Edson CABRAL[1]
Mariana Guarnier FAGUNDES [2]
Michele Flores PEREIRA[3]
Natália Pavan SCHULTZ[4]
Tatiane Sayuri TASHIRO[5]

RESUMO

O estudo sobre conforto térmico urbano possui íntima relação com a substituição da vegetação em decorrência da ocupação humana sobre o meio ambiente. No caso do município de São Paulo, este processo foi intensificado, a partir de 1940, face aos processos de urbanização/industrialização, associados ao crescente uso e valor econômico do espaço. O crescimento do município sem um planejamento ambiental adequado, isto é, com um alto grau de verticalização, impermeabilização do solo, concentração de asfalto e concreto e intensificação dos fluxos, contribuiu para a redução de áreas verdes, para o aumento de problemas respiratórios associados à poluição atmosférica e para as crescentes alterações climáticas. A maior absorção de radiação, contribuiu para a elevação das médias térmicas, ampliação das ilhas de calor e para o aumento, em várias situações, do desconforto térmico, podendo alterar o rendimento físico e mental de seus habitantes.Este trabalho visa uma análise do conforto térmico urbano, procurando evidenciar o papel desempenhado pelas áreas verdes, tomando como exemplo a Avenida Paulista. Essa importante via de circulação, foi inaugurada em 1891, tendo como pano de fundo o avanço da burguesia para áreas ainda pouco povoadas, construindo-se ali inúmeros casarões dos denominados “barões do café”. Já em 1892, é aberto ao público, o Parque Villon, atual Parque Trianon (Parque Tenente Siqueira Campos), que hoje abrange uma área de 34.706 m², representando a mais importante área verde da região da Avenida Paulista, palco de inúmeras transformações paisagísticas em decorrência do processo de evolução urbana da cidade e hoje se destacando como um dos mais importantes centros financeiros do país. A metodologia utilizada na pesquisa consistiu na realização de dois trabalhos de campo na área da Avenida Paulista, respectivamente nos dias 02 e 21 de novembro de 2004, com medições em quatro pontos distintos localizados em altitude semelhante - área do Parque Trianon, entrada do Parque, defronte ao sobrado do Bank Boston e no cruzamento da Avenida Paulista com a Rua Augusta. As medições foram realizadas de meia em meia hora, das 07h00 às 15h00 e foram obtidos os registros da temperatura seca, temperatura úmida, temperatura efetiva, nebulosidade, direção e intensidade dos ventos e umidade relativa, além de serem feitas entrevistas concomitantes às medições acerca da sensação térmica dos transeuntes. Os dados coletados foram digitados em planilhas Excel e foi utilizado o software Surfer for Windows para a espacialização dos valores de temperaturas do ar e efetiva e umidade relativa do ar. O índice de temperatura efetiva se mostrou adequado, conjuntamente com as entrevistas, para a identificação de faixas de conforto humano. Ficou evidenciada a diferenciação dos valores de temperatura do ar, temperatura efetiva e umidade relativa do ar, em relação aos locais de observação/medição, mostrando a influência marcante do Parque Trianon, que apresentou valores térmicos mais baixos em relação às áreas com maiores taxas de urbanização/verticalização situadas no seu entorno,

1 Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Universidade Anhembi Morumbi e Fundação de Ensino Superior de Bragança Paulista, Professor Doutor, edsoncab@pucsp.br.
2 Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Graduanda em Geografia, mari_fagundes2000@yahoo.com.br.
3 Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Graduanda em Geografia, flores-michele@ig.com.br.
4 Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Graduanda em Geografia, nataliap.schultz@uol.com.br.
5 Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Graduanda em Geografia, tstzen@ibest.com.br.

com diferenças de até 3,0 ºC em determinados horários, para os dois episódios analisados. Os valores hígricos, se mostraram mais elevados na área interna do Parque e na sua entrada, em relação aos dois outros pontos de medição. Os dois dias estudados foram importantes para demonstrar as variações que podem se verificar em diferentes tipos de usos de solo urbano e mostram a necessidade premente da implementação de projetos de arborização urbana e a criação de parques nas várias áreas do município de São Paulo, visando melhorar as situações de desconforto humano e conseqüentemente a qualidade de vida de seus habitantes.

INTRODUÇÃO

O estudo sobre o conforto térmico urbano, está diretamente ligado com a substituição da paisagem primitiva local em decorrência dos processos de urbanização, e tem como fundamento o impacto da ocupação humana sobre o meio ambiente.

A partir da década de 1940, a cidade de São Paulo intensificou o seu desenvolvimento, e com ele o seu processo de urbanização, modificando o seu meio natural e tendo como determinante o valor econômico.

Essa reformulação do espaço alterou a visualização do sitio original, inclusive na Avenida Paulista - que foi o berço do desenvolvimento econômico da cidade de São Paulo - ressurgindo uma concepção de cidade que até então não existia.

O crescimento desenfreado do município, decorrente dos processos de urbanização/industrialização e juntamente com a falta de uma consciência e de uma política ambiental, contribuíram para a redução de suas áreas verdes. Essa expansão urbana se reflete no crescimento dos níveis de alterações climáticas na cidade, estando relacionados com a transformação da dinâmica da natureza, com edificações que dificultam o fluxo dos ventos, com o aumento de pessoas, que conseqüentemente dissipam maior quantidade de calor; poluição atmosférica com a produção de poluentes por veículos automotores, por alguns equipamentos domésticos e pelas indústrias, grande verticalização somada a impermeabilização do solo e enorme concentração de asfalto e concreto, elementos que absorvem mais radiação solar, contribuindo com a formação e ampliação de ilhas de calor na cidade.

Todos esses fatores, vem contribuindo com a elevação das médias térmicas e redução dos valores higrométricos, principalmente na área mais urbanizada e, dentro do meio tropical, esse fato amplifica, em muitas ocasiões, o *stress* térmico da população.

A formação de Ilhas de Calor, por sua vez, proporciona o aumento da temperatura em algumas áreas mais centrais, e por existirem poucas áreas verdes, há um aumento no desconforto térmico no meio que o envolve, onde a qualidade do ar não é satisfatória em relação a poluição atmosférica, provocando, dessa maneira, vários problemas de saúde relacionados à doenças do aparelho respiratório, tais como: alergias, bronquite, enfisema, asma e cancro pulmonar.

Neste sentido, este estudo tem como objetivo geral, fazer uma análise do conforto térmico urbano na cidade de São Paulo, tomando como exemplo a Avenida Paulista.

Em relação aos objetivos específicos, a pesquisa pretende:

- evidenciar a influência de elementos e fatores climáticos sobre as sensações das pessoas;
- relatar o aumento da temperatura e do desconforto térmico em decorrência da intensa urbanização e da pouca presença de áreas verdes.
- mostrar a importância da presença de áreas verdes no planejamento urbano.

Em relação ao conforto humano, a temperatura do ar é o elemento principal para sua determinação, havendo uma faixa dentro da qual os indivíduos possuem melhor adaptação e, quando se verificam valores extremos, ocorre o *stress* térmico, podendo alterar o rendimento físico e mental, gerando dificuldades ao funcionamento do organismo no que diz respeito ao aparelho circulatório, podendo em situações críticas, provocar lesões, coma e até chegar ao colapso total.

Associado à temperatura, os parâmetros umidade e vento, conjuntamente determinam o grau de conforto ou desconforto dos indivíduos.

Em relação à trabalhos analisando a influência de parques no clima e no conforto humano em áreas urbanas, pode-se mencionar dois artigos.

O trabalho de Almendros Coca (1992), inicialmente objeto de uma tese de doutorado, analisou o comportamento de áreas verdes na região central das ilhas de calor de Madrid, Espanha, para o período de 1985 a 1992. Foram realizados inúmeros transectos móveis em pontos no interior do Parque do Retiro e áreas externas, incluindo setores da cidade com forte processo de verticalização. Os resultados principais da pesquisa apontaram para uma célula de frescor em relação à zona urbana circundante, mais quente e seca, particularmente em situações de estabilidade atmosférica.

A outra pesquisa, desenvolvida por Thorsson, Lindqvist e Lindqvist (2004), analisou as condições bioclimáticas e de comportamento humano em um parque urbano em Göteborg, Suécia, abrangendo o período de junho a outubro de 2002. Para o trabalho foram efetuadas entrevistas com os usuários do parque a fim de definir as sensações térmicas, além de medições de temperatura do ar, umidade relativa, radiação global e velocidade dos ventos, que serviram de base para o cálculo de um índice denominado PMV. Concluiu-se que o referido índice não se mostrou adequado para avaliar o conforto térmico em situações nas quais o tempo de exposição à temperatura ambiente é curto, pois está relacionado a valores constantes de temperaturas e não representando as sensações humanas mais imediatas dos entrevistados.

Em relação ao território brasileiro, merecem destaque os trabalhos de Vicente (2001), abordando a temática do conforto térmico na cidade de Presidente Prudente, SP; Cardoso (2000), analisando o microclima de três parques urbanos da cidade de São José dos Campos, SP; e Brandão e Lucena (1999), estudando a ilha térmica e sua influência no conforto humano na região central do Rio de Janeiro, RJ.

CARACTERIZAÇÃO GERAL E HISTÓRICO DA ÁREA

A Avenida Paulista, objeto desta pesquisa, situa-se no nível mais elevado da atual área abrangida pelo processo de urbanização do município de São Paulo, com cerca de pouco mais de 800 metros de altitude, no denominado espigão central, se constituindo em uma colina de topo aplainado que serve como um divisor natural entre os rios Pinheiros e Tietê.

Essa importante via de circulação serviu de palco de inúmeras transformações paisagísticas em decorrência do processo de evolução urbana da cidade e hoje se destaca como um dos mais importantes centros financeiros do país.

O histórico da área remonta ao final do século XIX, mais precisamente 1891, quando é inaugurada a Avenida Paulista, no local onde existia uma simples trilha – Caminho da Real Grandeza, no meio da mata do Caaguaçu. A construção da avenida foi motivada pelo avanço da burguesia para áreas ainda não muito povoadas e ali se construíram inúmeros casarões dos denominados “barões do café”.

O projeto dessa nova via era inspirado nas grandes avenidas européias e, em 1891, o engenheiro uruguaio Joaquim Eugênio de Lima, principal responsável pelo projeto, inaugurou a avenida, cujo nome foi uma homenagem ao povo paulista.

Em 1892 é aberto ao público o Parque Villon, parte do atual Parque Trianon, ainda em terras particulares. Durante a construção da avenida, toda sua vegetação foi derrubada, sendo o Parque todo planejado e a parte paisagística ficando à cargo do francês Paul Villon.

Gradativamente os casarões foram ocupando a avenida, que não demorou a ser um ponto cultural importante, freqüentado devido aos diversos eventos que lá ocorriam, mas principalmente devido ao Belvedere, obra do arquiteto Ramos de Azevedo, e seu restaurante, juntamente com o Parque Villon; todo esse complexo foi denominado de Trianon, fazendo referência aos palácios de Versalhes.

Mesmo após o desmantelamento do Belvedere e aquisição de uma área maior ao Villon, todo o espaço correspondente ficou conhecido como Trianon, que hoje abrange área de 34.706 m².

Em meados do século passado, o Tenente Siqueira Campos foi homenageado devido ao seu embate no Levante dos 18 do Forte de Copacabana em 1922, do levante do General Isidoro Dias Lopes em 1924 e da Coluna Prestes, passando assim seu nome ao Parque, mais conhecido como Trianon, a mais importante área verde da região da Avenida Paulista.

No início dos anos 50 o Belvedere, de onde se podia avistar o centro da cidade e a Serra da Cantareira, foi demolido e, em 1968, em seu lugar, é inaugurado o edifício do Museu de Arte de São Paulo.

A Avenida Paulista passou por inúmeras transformações em sua paisagem, acompanhando o processo de urbanização e industrialização da cidade e, em décadas mais recentes com a evolução marcante do setor terciário da economia, se transformando em um importante centro financeiro, com inúmeros edifícios de grande porte e com a quase extinção dos antigos casarões do início do século XIX.

MÉTODOS E TÉCNICAS

Foram realizadas duas atividades de campo na área da Avenida Paulista, nos dias 02 e 21 de novembro de 2004, com o objetivo de analisar as condições atmosféricas visando o estudo do conforto térmico em área urbana fortemente verticalizada, juntamente com a presença de uma área verde – Parque Trianon.

Para a seleção dos pontos foram levados em consideração os seguintes critérios:

- Altitude semelhante, para evitar variação de temperatura;
- uso de solo diferenciado:
  - Área de parque com vegetação significativa;
  - Área em frente ao parque (calçada);
  - Cruzamento com casarões e escassa vegetação;
  - Esquina com grande processo de verticalização.

Mediante a adoção de tais critérios, foram estabelecidos 4 pontos distintos, mostrados na figura 1: o Parque Trianon, a área da entrada principal do Parque, o casarão ocupado pelo Bank Boston na esquina da Avenida Paulista com a Alameda Ministro Rocha Azevedo e a esquina da Rua Augusta com a Avenida Paulista.

Foram realizadas medições de meia em meia hora, das 07h00 às 15h00 no horário real, tendo em vista que, naquele período, vigorava o horário de verão.

Figura 1. Imagem da Avenida Paulista e respectivos pontos de coleta de dados.
Fonte: Aerofoto, 2000

A obtenção das temperaturas seca e úmida foi direta, por meio de psicrômetro giratório e a umidade relativa indiretamente por intermédio de uma tabela de conversão psicrométrica.

Com tais medidas, pôde-se encontrar a temperatura efetiva, utilizando a fórmula desenvolvida por Thom (1959) cujo o calculo é Te = 0,4 x (Ts + Tu) + 4,8; sendo que Te é a temperatura efetiva, Ts é a temperatura do bulbo seco e Tu a temperatura do bulbo úmido.

Considerando o intervalo da TE entre 18,9º C e 26,6º C como faixa de conforto, os valores abaixo de 18,9ºC e acima de 26,6ºC respectivamente correspondem a *stress* ao frio e *stress* ao calor.

Para ilustrar a sensação climática percebida pelos transeuntes, a cada observação realizada uma pessoa era questionada em relação a uma das seguintes percepções: abafado, fresco, frio, muito quente, quente, seco ou úmido.

Juntamente com tais medições, foram analisados a nebulosidade (com o auxílio de um pequeno atlas de nuvens), direção dos ventos (com a utilização de uma bússola) e, com auxilio da escala Beaufort, foi determinada sua intensidade.

Os dados coletados foram digitados em planilhas *Excel* e foi utilizado o *software Surfer for Windows* para a espacialização dos valores de temperaturas do ar e efetiva e umidade relativa do ar.

Para o estudo dos dois episódios, tanto na escala microclimática, quanto local e regional, além do levantamento dos dados coletados no campo, foram selecionadas e analisadas imagens do satélite meteorológico GOES, a partir do site da Força Aérea Argentina, bem como cartas sinóticas obtidas no *site* da Diretoria de Hidrografia e Navegação do Comando da Marinha.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A realidade climática da área estudada foi analisada a partir da escala do microclima - dentro da escala local (cidade de São Paulo) e inserida em uma escala mais ampla, regional (Estado de São Paulo) - a qual tem como fatores intervenientes a rugosidade do terreno (edificações) - que altera a exposição solar, a temperatura, o vento e a umidade - e o uso de solo (impermeabilizado e com grande quantidade de concreto); o efeito de altitude foi desprezível, pois praticamente todos os pontos possuem altitude de 818 metros, com exceção do ponto do interior do Parque, um pouco menos elevado (2 metros aproximadamente). Além disso, a Avenida Paulista é muito influenciada pela ação antrópica, pela grande quantidade de edifícios (verticalização), uso do solo constituído em grande parte por asfalto e concreto, uma grande circulação de transeuntes e veículos e pouca taxa de áreas verdes, com exceção da área do Parque Trianon.

Análise do dia 02 de novembro de 2004

Ponto 1 (Parque Trianon)

Notou-se, por intermédio da tabela 1, que no interior do parque a temperatura foi mais tênue (média de 22,0 °C) comparada aos demais pontos estudados, principalmente em relação ao Bank Boston (média de 24,4 °C); isso ocorre devido às diferenças de radiação que atingem diretamente a superfície. A velocidade do vento também sofre interferência da vegetação a qual enfraquece a sua intensidade, por exemplo, comparado a Rua Augusta na qual os edifícios canalizam os ventos intensificando a sua força.

A umidade relativa do ar foi alta (média de 79%), conforme mostrado na tabela 2, comparada a do ponto do Bank Boston (média de 70 %) devido ao processo de evapotranspiração das folhas.

Verifica-se que a presença da vegetação é de suma importância para manter as condições climáticas mais agradáveis à sensação humana, quando em situações de forte calor.

As temperaturas efetivas, mostradas na tabela 3, dentro da classificação de Thom, se mostraram para todo o período, dentro da faixa de conforto, entre 19,4ºC e 22,8ºC, embora em alguns horários os transeuntes entrevistados manifestassem sensação de abafamento.

Ponto 2 (Entrada do Parque)

A umidade relativa do ar foi caindo gradativamente ao longo do dia, iniciando com 100% e decrescendo até 59% no final das medições, às 15h00, devido ao aumento da temperatura do ar e a grande circulação de transeuntes e veículos.

A temperatura do ar é consideravelmente alta (média de 23,6 °C), considerando a grande arborização, devido a pavimentação do solo - que absorve maior radiação - e o forte dinamismo de transeuntes e veículos na área.

Sendo a área bastante arborizada, a velocidade dos ventos foi relativamente baixa.

Com relação às temperaturas efetivas, os valores variaram de 19,6 ºC a 24,4 ºC, ainda assim na faixa de conforto estabelecida por Thom, embora com registros geralmente mais elevados do que no ponto 1 (Parque). As sensações dos entrevistados variaram de fresco a muito quente, de acordo com o horário do dia.

Ponto 3 (Bank Boston)

Este ponto, por ser desprovido de cobertura vegetal, absorve maior radiação direta, a qual interagindo com a pavimentação do solo, eleva os valores da temperatura (média de 24,4 °C), e diminui os índices da umidade (média de 70 %), tornando o ponto mais quente e um dos de menor umidade, favorecendo o desconforto térmico da população.

A existência de dois grandes edifícios espelhados próximos - os quais refletem a radiação solar - e a "menor" concentração de grandes construções - que facilitam a radiação direta no solo - também propiciam o aumento da temperatura.

A intensidade dos ventos foi um pouco mais alta do que no ponto 2 devido a escassa arborização, que não consegue atenuá-lo.

Quanto à temperatura efetiva, seus valores foram um pouco maiores em relação aos dois pontos anteriormente analisados, variando de 19,6 ºC a 24,8 ºC, dentro da faixa de conforto, e as sensações também variaram bastante durante todo o período analisado (fresco a abafado).

Ponto 4 (Rua Augusta x Avenida Paulista)

Este ponto apresentou uma das menores umidades relativa do ar (média de 71%) devido à ausência de vegetação, a qual também influencia no aumento da velocidade dos ventos, que são intensificados devido à densa verticalização da área e a canalização dos fluxos de ar.

Há neste cruzamenteo, quatros altos edifícios, que dificultam a chegada da radiação solar no solo, fazendo com que a temperatura seja mais baixa (média de 23,7 °C) do que no ponto 3; em contrapartida, a intensa circulação de veículos e transeuntes propicia o seu aumento durante o decorrer do dia até atingir 27,0ºC às 14h30.

As temperaturas efetivas calculadas, estiveram, durante todo o período de observação, na faixa de conforto, variando entre 19,6 ºC e 24,6 ºC. As entrevistas também mostraram uma grande variação em suas respostas, o que ocorreu também nos demais pontos de observação; tal fato pode ser explicado por inúmeros fatores, como por exemplo variação de sexo, tipo de vestimenta, características corpóreas específicas, resultando na diferença das sensações térmicas de cada pessoa.

Tabela 1 – Temperatura do ar (ºC) – 02 de novembro de 2004

Horário	Ponto 1 – Parque Trianon	Ponto 2 – Entrada do Parque	Ponto 3 – Bank Boston	Ponto 4 – Avenida Paulista com Rua Augusta

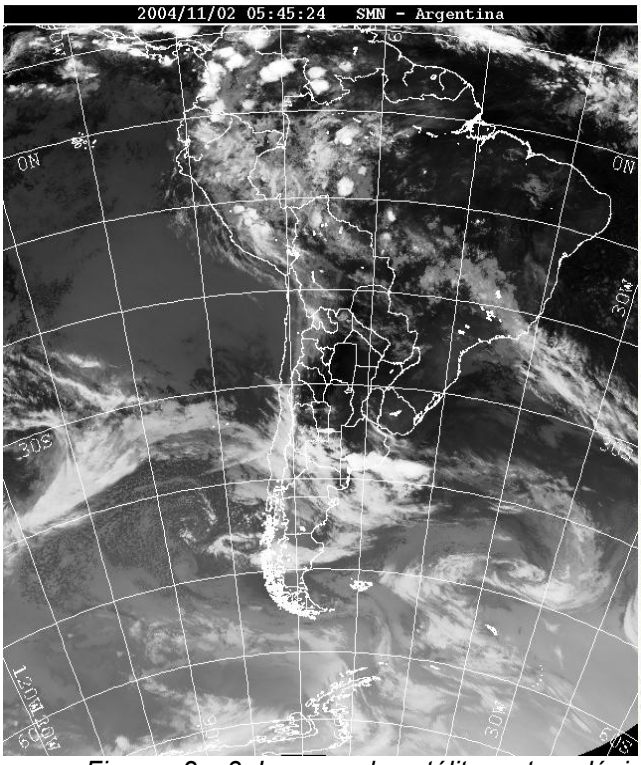
07h00	19,0	19,0	20,0	20,0
07h30	19,0	19,0	19,5	20,0
08h00	19,8	19,0	21,0	21,0
08h30	20,1	20,0	22,0	20,8
09h00	21,0	21,0	22,5	21,8
09h30	21,0	21,0	22,8	23,0
10h00	21,0	23,8	24,0	22,0
10h30	22,0	24,0	25,0	24,0
11h00	23,0	24,0	25,0	24,5
11h30	23,0	25,0	25,0	24,0
12h00	23,5	25,0	28,0	25,0
12h30	23,5	26,0	27,0	26,0
13h00	23,5	26,0	26,5	26,0
13h30	25,0	27,0	27,3	26,2
14h00	25,1	27,0	27,0	26,4
14h30	22,5	26,0	26,0	27,0
15h00	22,0	28,0	27,0	26,0
Média	22,0	23,6	24,4	23,7

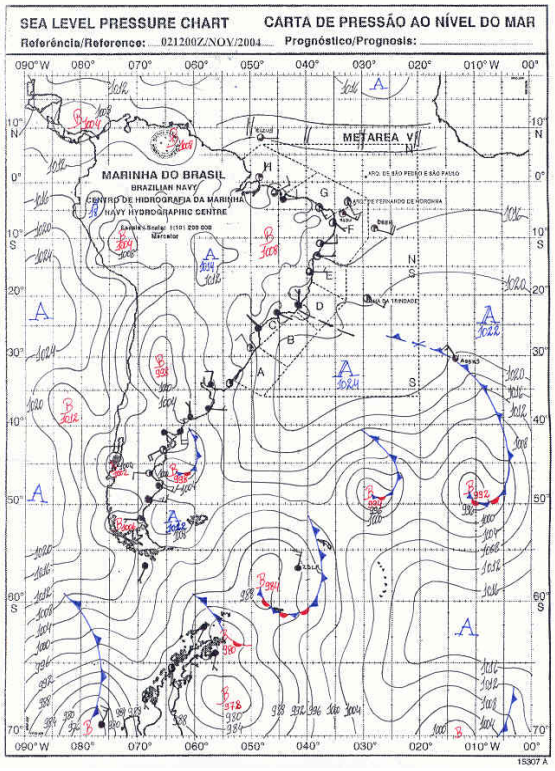
Tabela 2 – Umidade relativa do ar (%) – 02 de novembro de 2004

Horário	Ponto 1 – Parque Trianon	Ponto 2 – Entrada do Parque	Ponto 3 – Bank Boston	Ponto 4 – Avenida Paulista com Rua Augusta
07h00	88	100	83	76
07h30	89	91	83	76
08h00	85	91	77	73
08h30	83	83	71	81
09h00	84	84	71	71
09h30	84	80	71	65
10h00	84	75	66	74
10h30	77	75	62	63
11h00	78	72	62	64
11h30	78	64	72	72
12h00	69	67	63	72
12h30	75	62	68	67
13h00	72	62	65	67
13h30	62	58	63	67
14h00	67	56	68	70
14h30	80	65	73	71
15h00	84	59	68	73
Média	79	73	70	71

Tabela 3 – Temperatura efetiva (ºC) – 02 de novembro de 2004

Horário	Ponto 1 – Parque Trianon	Ponto 2 – Entrada do Parque	Ponto 3 – Bank Boston	Ponto 4 – Avenida Paulista com Rua Augusta
07h00	19,4	20,0	20,0	19,6
07h30	19,5	19,6	19,6	19,6
08h00	19,9	19,6	20,4	20,2
08h30	20,1	20,2	20,8	20,5
09h00	20,8	20,8	21,2	20,7
09h30	20,8	20,6	21,4	21,3
10h00	20,8	22,4	22,0	21,0
10h30	21,2	22,6	22,4	21,8
11h00	22,0	22,5	22,4	22,2
11h30	22,0	22,6	23,2	22,4
12h00	21,8	22,8	24,8	23,2
12h30	22,2	23,2	24,4	23,6
13h00	22,0	23,2	23,8	23,6
13h30	22,5	23,6	24,3	23,8
14h00	22,8	23,4	24,4	24,2
14h30	21,8	23,4	24,0	24,6
15h00	21,6	24,4	24,4	24,0
Média	21,3	22,0	22,6	22,1





Figuras 2 e 3. Imagem do satélite meteorológico GOES e da Carta sinótica da América do Sul referente ao dia 02/11/2004, respectivamente às 05h45 UTC e 12h00 UTC.
Fonte: http://www.meteofa.mil.ar e http://www.dhn.mar.mil.br/chm/meteo/prev/cartas/carta.htm#mapa

A imagem do satélite meteorológico, em associação com a carta sinótica da América do Sul, conforme figuras 2 e 3, indicam a presença de um cavado na altura do litoral do Rio de Janeiro, associado a um sistema frontal frio em dissipação em alto mar e, no oceano, nas

coordenadas de 35ºS e 035ºW, um sistema de alta pressão com centro de 1024 hPa. Pode-se visualizar, também, muita nebulosidade na Região Metropolitana de São Paulo e na faixa costeira.

Análise do dia 21 de novembro de 2004

Ponto 1:

Neste ponto as temperaturas do ar variaram de 14,5 ºC a 20,8ºC (tabela 4) e apresentaram uma média relativamente baixa para o período analisado, de 18,4ºC, a menor entre os quatro locais de amostragem, o que se explica pelo efeito de sombreamento e da ampla vegetação do Parque, o que também colaborou com a maior média de umidade relativa do ar, da ordem de aproximadamente 70% (tabela 5).

Observou-se que a temperatura efetiva (tabela 6) variou entre 16,2°C à 19,0°C, elevando seus valores por volta das 09h30 e mantendo certa estabilidade até as 15h. No Parque Trianon, as temperaturas efetiva e do ar foram mais amenas, pois sofrem influência da vegetação do entorno, criando um microclima singular, influenciado pelas sombras e criando uma barreira aos ventos.

A temperatura efetiva esteve dentro da faixa de desconforto térmico para o frio desde o início das observações até às 13h30, quando atingiu 19,0ºC e se manteve na faixa de conforto até o final do período.

No ponto 1 verificou-se menor variação de temperatura efetiva e apresentou registros um pouco mais baixos que os outros pontos, isso devido ao uso do solo do local, onde a vegetação absorve a radiação solar. Neste ponto as sensações térmicas não variaram muito nesse dia, com a quase totalidade dos entrevistados afirmando estarem com a sensação de frescor.

Ponto 2:

Nesse ponto começa a constatação da efetiva ação do homem na influência do clima, pelo fato deste local estar próximo à Avenida, porém ainda sob forte influência da vegetação do parque. A temperatura do ar foi mais elevada do que na área interna do Parque, apresentando variação de seus valores entre 16,0ºC até 21,0ºC e com média de 19,1ºC.

Observa-se também, em relação ao ponto anterior, um aumento na temperatura efetiva, variando de 16,8ºC a 19,2ºC e queda na umidade relativa do ar (média de 65%), mas não muito perceptível pelos transeuntes, por estar em um lugar mais aberto e com a velocidade do vento maior. No período matutino, das 07h00 às 10h00, as temperaturas efetivas estiveram abaixo da zona de conforto, sendo que a partir desse horário se mantiveram com valores próximos desse limite, por volta de 19,0ºC.

As sensações térmicas não mostraram muitas diferenças em relação aquelas sentidas no interior do Parque, provavelmente devido à existência da grande área vegetada do entorno.

Ponto 3:

Os valores de temperatura do ar apresentaram a média mais elevada dos locais de coleta, com 20,8ºC e com variação no período de 16,0ºC a 24,0ºC. As menores taxas de umidade foram registradas nesse ponto, com média diária de 60%, refletindo a ação antrópica, pois o ponto de medição fica em frente ao Bank Boston, onde não há barreiras físicas para os raios solares, pois não se concentram em uma área de edifícios altos, auxiliando a insolação direta e fazendo com que as condições microclimáticas apresentem maiores diferenciações em relação aos outros pontos.

A temperatura efetiva também mostrou a maior média, de cerca de 19,0ºC, se mantendo na faixa de conforto térmico a partir das 10h30 e até o final do período, sendo que nos questionários aplicados a maioria dos transeuntes respondeu a sensação de quente nesse local.

Ponto 4:

As temperaturas do ar atingiram uma média um pouco menor do que no ponto 3, de 18,6ºC, com variação de 15,2ºC a 22,7ºC, refletindo as condições de uso do solo local, cercado por altos edifícios, que servem de barreira à chegada de radiação solar à superfície e aliada à canalização de ventos, aumentando a sensação de frio no período matutino. Os valores de umidade relativa tiveram média de cerca de 63%, portanto um pouco mais elevada em relação ao ponto anterior.

Os valores de temperatura efetiva tiveram variação de 16,1ºC a 20,1ºC e média de 18,6ºC, sendo que as sensações térmicas variaram durante o dia entre o frio e fresco durante a manhã, quente durante o horário de incidência solar, por volta das 12h00 e depois novamente fresco até o final das medições. Do início das observações até às 10h30 as temperaturas efetivas indicaram valores de desconforto para o frio e, a partir das 11h00 até às 15h00 se situaram na faixa conforto.

Tabela 4 – Temperatura do ar (ºC) – 21 de novembro de 2004

Horário	Ponto 1 – Parque Trianon	Ponto 2 – Entrada do Parque	Ponto 3 – Bank Boston	Ponto 4 – Avenida Paulista com Rua Augusta
07h00	14,5	16,0	17,0	15,2
07h30	15,5	16,0	16,0	16,0
08h00	15,2	17,0	17,0	17,0
08h30	16,2	16,5	18,2	17,5
09h00	16,5	18,0	19,5	17,5
09h30	17,3	18,0	19,0	18,0
10h00	17,5	18,7	20,0	20,2
10h30	19,0	21,0	22,5	19,8
11h00	19,0	20,5	22,5	21,2
11h30	20,0	21,0	23,0	22,7
12h00	20,6	20,1	23,2	21,0
12h30	20,2	19,9	24,0	22,0
13h00	20,0	21,0	22,0	22,5
13h30	20,5	19,9	22,5	21,9
14h00	20,2	20,2	22,0	21,6
14h30	20,8	21,0	22,2	21,5
15h00	20,0	20,2	23,5	22,0
Média	18,4	19,1	20,8	19,9

Tabela 5 – Umidade relativa do ar (%) – 21 de novembro de 2004

Horário	Ponto 1 – Parque Trianon	Ponto 2 – Entrada do Parque	Ponto 3 – Bank Boston	Ponto 4 – Avenida Paulista com Rua Augusta
07h00	96	90	67	81
07h30	84	82	74	74
08h00	86	74	67	74
08h30	76	78	68	71
09h00	76	68	60	71
09h30	76	65	62	68
10h00	71	65	58	60
10h30	69	53	53	58
11h00	69	56	53	53
11h30	58	53	51	51
12h00	56	58	51	58
12h30	58	60	51	59
13h00	60	58	59	58
13h30	61	63	60	59
14h00	63	63	62	57
14h30	58	58	65	57
15h00	63	60	58	54
Média	70	65	60	63

Tabela 6 – Temperatura efetiva (ºC) – 21 de novembro de 2004

Horário	Ponto 1 – Parque Trianon	Ponto 2 – Entrada do Parque	Ponto 3 – Bank Boston	Ponto 4 – Avenida Paulista com Rua Augusta
07h00	16,2	17,2	16,8	16,1
07h30	16,5	16,8	16,4	16,4
08h00	16,4	17,2	16,8	17,2
08h30	16,7	17,0	17,7	17,4
09h00	16,9	17,6	18,2	17,4
09h30	17,5	17,8	18,0	17,5
10h00	17,4	17,9	18,4	18,8
10h30	18,4	18,9	19,8	18,3
11h00	18,4	18,7	19,8	18,9
11h30	18,4	18,8	20,0	19,8
12h00	18,6	18,5	20,1	19,2
12h30	18,6	18,5	20,8	20,0
13h00	18,6	19,2	20,0	20,2
13h30	19,0	18,7	20,4	19,9
14h00	18,9	18,9	20,2	19,4
14h30	19,1	19,2	20,6	19,4
15h00	18,8	18,8	21,0	19,6
Média	17,9	18,2	19,1	18,6

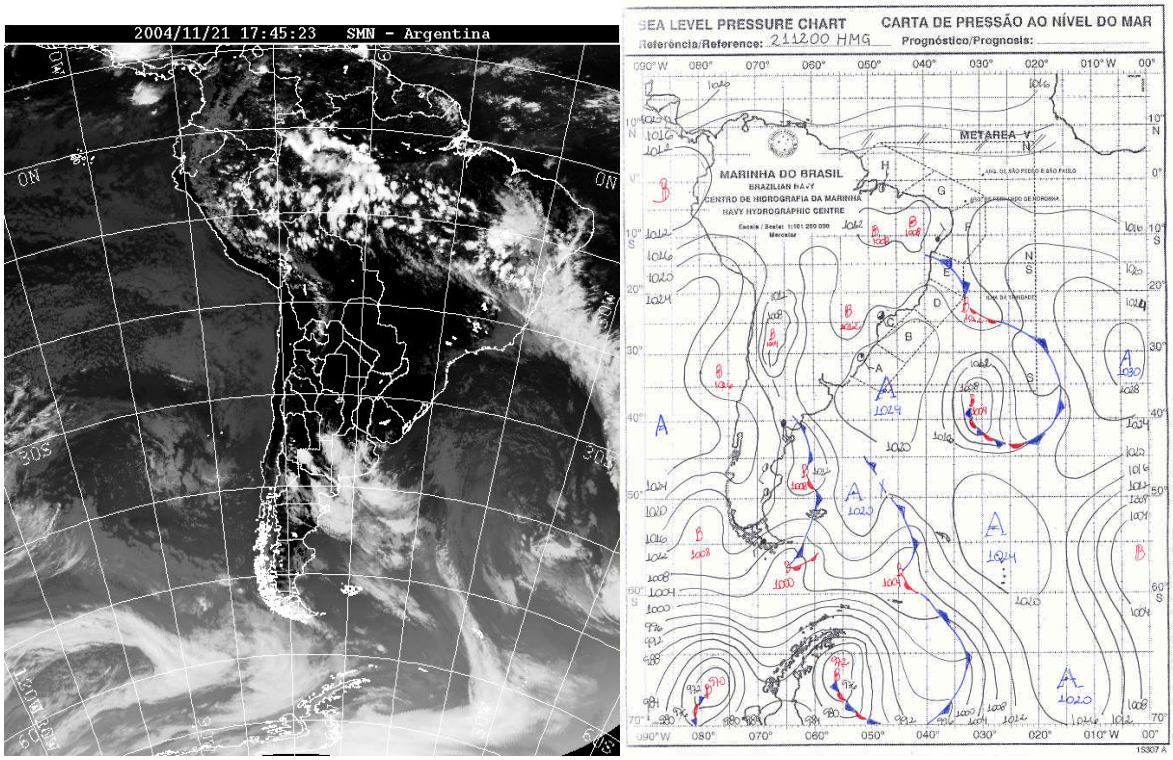


Figura 4 e 5. Imagens do satélite meteorológico GOES e da Carta sinótica da América do Sul referentes ao dia 21/11/2004, respectivamente às 17h45 UTC e 12h00 UTC.
Fonte: http://www.meteofa.mil.ar e http://www.dhn.mar.mil.br/chm/meteo/prev/cartas/carta.htm#mapa

A imagem do satélite meteorológico analisada conjuntamente com a carta sinótica do dia 21/11/2004, mostradas nas figuras 4 e 5, indicam um centro de alta pressão de 1024 hPa na costa do Rio Grande do Sul e ventos soprando em direção ao continente na região litorânea das regiões sul e sudeste, fazendo com que a área de estudo apresentasse muita nebulosidade durante o dia.

Uma análise comparativa sucinta, mostra que as condições sinóticas foram diferenciadas em relação aos dois episódios analisados, sendo que no dia 02 de novembro de 2004 todo o período esteve inserido dentro da faixa de conforto devido à temperaturas mais elevadas e, no dia 21 de novembro de 2004, particularmente no período matutino, a atuação de ventos frios e úmidos vindos do oceano Atlântico, fizeram com que as temperaturas efetivas atingissem valores relacionados ao desconforto térmico para o frio.

Os diferentes usos e ocupações de solo nos quatro pontos analisados explicam, na escala microclimática, as diferenças verificadas em relação aos elementos climáticos, particularmente a temperatura do ar, que atingiu, em determinados momentos, até mais de 3ºC entre um ponto e outro em ambos os episódios; os valores de umidade relativa, mais elevados dentro do Parque e na sua entrada, mostraram o papel de importância de áreas verdes na atenuação da temperatura, particularmente em cidades que sofrem com episódios de *stress* térmico nos períodos de verão.

Na área analisada, em termos gerais a temperatura aumenta, pois há muito concreto e impermeabilização do solo que passam a reter mais calor, além de haver um grande dinamismo de veículos e transeuntes. Os ventos são canalizados devido a concentração de prédios ao longo da avenida criando-se um "corredor" que aumenta sua velocidade, os denominados *Canyons Urbanos*. A umidade diminui, pois o solo pavimentado aquece e evapora as moléculas d'água mais rapidamente. A exposição solar é afetada na medida em que a altura dos prédios impede a chegada de radiação na superfície. Constata-se que a urbanização na região estudada acarreta em uma alteração significativa nas condições climáticas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O índice de temperatura efetiva se mostrou adequado, conjuntamente com as entrevistas realizadas, para a identificação de faixas de conforto humano, embora se trabalhe com critérios diferentes de mensuração e tendo que se levar em consideração a subjetividade das respostas encontradas.

Ficou evidenciada a diferenciação dos valores de temperatura do ar, temperatura efetiva e umidade relativa do ar, em relação aos locais de observação/medição, mostrando a influência marcante do Parque Trianon, que apresentou valores térmicos mais baixos em relação às áreas com maiores taxas de urbanização/verticalização situadas no seu entorno, com diferenças significativas em determinados horários, para os dois episódios analisados.

Os valores hígricos, se mostraram mais elevados na área interna do Parque e na sua entrada, em relação aos dois outros pontos de medição, demonstrando o papel das áreas verdes na elevação da umidade em escala micro em relação à áreas maior urbanização.

O forte processo de verticalização ao longo da Avenida Paulista, acarretou na substituição de áreas verdes por edificações e pela pavimentação, o que alterou a capacidade de absorção e propiciou o aumento da temperatura. Neste sentido, observa-se a intensificação do uso de energia elétrica para a amenização do desconforto, por intermédio do uso de ventiladores e ar condicionados, fazendo com que o "clima natural" seja substituído por condicionamentos artificiais, evidenciando as interações entre o natural e o social nas alterações do clima.

Os dois dias estudados foram importantes para demonstrar as variações que podem se verificar em diferentes tipos de usos de solo urbano e sob condições sinóticas distintas, mostrando a necessidade premente da implementação de projetos de arborização urbana e a criação de parques nas várias áreas do município de São Paulo, visando melhorar as situações de desconforto humano e conseqüentemente a qualidade de vida de seus habitantes.

REFERÊNCIAS

ALMENDROS COCA, M.A. Aspectos climáticos del Parque del Retiro (Madrid). **Estudios Geográficos**, v. LIII, n. 207, p.217-239, abril-junio 1992.

BRANDÃO, A.M.P.M.; LUCENA, A. J. A ilha térmica e sua influência no conforto humano na área central da cidade do Rio de Janeiro. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 8, Belo Horizonte. **Anais....** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1999. CD ROM.

CARDOSO, E. P. **Conforto térmico em três parques públicos da cidade de São José dos Campos/SP**. São José dos Campos, 1999, 136 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano) – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Paraíba.

THOM, E.C. The discomfort index. **Weatherwise**, v. V, n. 2, p. 57-60, 1959.

THORSSON, S.; LINDQVIST, M.; LINDQVIST, S. Thermal bioclimatic conditions and patterns of behaviour in an urban park in Göteborg, Sweden. **International Journal of Biometeorology**, n. 48, p. 149-156, 2004.

VICENTE, A. K. **Conforto térmico na cidade de Presidente Prudente**. Presidente Prudente, 2001, 60 p. Monografia (Bacharel em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.